

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Asal mula istilah *inpainting* adalah dari dunia seni lukis. Hal ini muncul ketika pelukis ingin merestorasi hasil karya seni lukisan dari zaman Mediterania dan Renaissance yang rusak dengan cara melukis bagian yang rusak dengan cat yang menyerupai warna disekitarnya. Hal ini kemudian menginspirasi perbaikan citra digital dengan menggunakan ide yang sama (Bertalmio et al., 2000). Beberapa penelitian tentang perbaikan citra digital dilakukan untuk mengembalikan suatu lukisan yang mengalami kerusakan lukisan atau warna (Gillette, 2006). Hingga pada tahun 1984 Geman dan Geman (Geman & Geman, 1984) melakukan proses simulasi untuk restorasi citra digital menggunakan metode statistik yang menguatkan terciptanya proses *inpainting* pada citra digital. Akhirnya pada tahun 2000, Bertalmio et al. mulai mengenalkan proses *inpainting* kedalam pengolahan citra digital dengan menggunakan PDE (*Partial Differential Equation*) atau PDP (Persamaan Diferensial Parsial) (Bertalmio et al., 2000).

Keberhasilan PDP dalam menangani proses *inpainting* menimbulkan percobaan dengan algoritma-algoritma yang lain, antara lain: Total Variation (TV) (Chan & Shen, 2001), Euler-Lagrange (Chan et al., 2002) dan Mumford-Shah-Euler Model (Esedoglu & Shen, 2002). Hingga pada 2007, Bertozzi et al. menggunakan persamaan Cahn Hilliard untuk *inpainting* dan menghasilkan percepatan untuk yang lebih baik dari sebelumnya (Bertozzi et al., 2007). Percobaan percepatan *inpainting* secara PDP terus berkembang menggunakan bermacam macam algoritma, antara lain Wavelet (Zhang & Chan, 2010), variasi TV (Li et al., 2011),

RBF(Chang & Chongxiu, 2011), Navier–Stokes–Voight(Ebrahimi et al., 2012) dan variasi Cahn-Hilliard(Bosch et al., 2014).

Proses *inpainting* dengan persamaan PDP orde keempat kemudian diteliti oleh Schoenlieb, dengan melakukan percobaan membandingkan persamaan tersebut dengan persamaan PDP orde kedua untuk proses *inpainting* citra. Penyelesaian PDP orde keempat secara numerik menggunakan kombinasi metode beda hingga dan spektral. Hal ini meningkatkan akurasi yang lebih baik sehingga hasil lebih perhitungan lebih mulus. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan PDP orde keempat memiliki kemampuan lebih baik dibanding PDP orde kedua untuk melakukan restorasi citra walaupun kerusakan pada citra cukup lebar. (Schoenlieb, 2009).

Salah satu persamaan orde keempat yang sering digunakan untuk *inpainting* adalah persamaan Cahn-Hilliard. Persamaan ini (Cahn & Hilliard, 1958) biasa digunakan dalam *phase separation* dan *phase coarsening* pada campuran logam. Persamaan ini merupakan perhitungan dari difusi *non-linier* orde keempat yang biasa digunakan dalam ilmu bahan. Persamaan ini kemudian dimodifikasi dan digunakan oleh Gillette untuk melakukan proses *inpainting* citra digital, persamaan tersebut adalah (Gillette, 2006):

$$u_t = \Delta \left(-\epsilon \Delta u + \frac{1}{\epsilon} F'(u) \right) + \lambda (f - u) \quad (1)$$

Penelitian yang sudah dilakukan Schoenlieb menyimpulkan perlunya dilakukan percepatan proses *inpainting* secara PDP (Schoenlieb, 2009). Oleh karena itu perlu dilakukan usaha untuk melakukan percepatan *inpainting* dengan PDP orde ke empat. Usaha percepatan yang dilakukan oleh Schoenlieb menggunakan cara matematis. Namun percepatan perhitungan komputasi PDP dapat juga dilakukan dengan menggunakan komputasi secara paralel(Owens et al., 2008)(Owens et al., 2007). Komputasi paralel akan

melakukan percepatan komputasi dengan cara mengeksekusi aplikasi pada banyak prosesor, sehingga proses komputasi menjadi lebih cepat (Kasim et al., 2008), oleh karena itu proses *inpainting* dengan orde keempat memiliki kemungkinan lebih dipercepat dengan komputasi secara paralel.

Penggunaan GPU sebagai alat komputasi secara paralel makin populer dibandingkan pemrosesan paralel yang lain. Hal ini dikarenakan GPU dapat memberikan kemampuan perhitungan yang baik dengan harga yang terjangkau. Percobaan pembuatan 32 cluster GPU dapat memberikan performance 512 Gflops hanya memerlukan biaya \$12,768 pada tahun 2003 (Fan et al., 2004). Jika dianggap satu dolar berkisar pada harga Rp 13.000,- maka nilai pembuatan *supercomputer* tersebut $12.768 \times 13.000 = \text{Rp } 165.984.000,-$.

Pada pemrograman dengan framework CUDA pemrosesan akan dilakukan di Graphics Processing Unit (GPU). Pemrograman CUDA memiliki keselarasan arsitektur hardware dengan bahasa pemrograman yang digunakan karena semuanya dibuat dari perusahaan yang sama yaitu NVIDIA (NVIDIA, 2014). Dengan kombinasi tersebut maka pemrograman CUDA pada GPU menjadi lebih cepat (Du et al., 2012). Indeks pengukuran standard kecepatan pada GPU biasanya diukur dengan latency dan throughput. Latency menggambarkan waktu eksekusi suatu permasalahan sedangkan throughput menggambarkan kemampuan pemrosesan data per satuan waktu. Penggunaan GPU untuk memproses data secara paralel terbukti dapat mempercepat proses pengolahan suatu citra digital (Zhang et al., 2010) (Owens et al., 2007).

Percobaan ini akan membuktikan *inpainting* dengan persamaan orde keempat dapat digunakan untuk pemrosesan secara paralel pada GPU CUDA. Kemudian penelitian melakukan percepatan proses *inpainting* pada citra digital menggunakan persamaan orde keempat menggunakan pemrograman secara paralel pada GPU CUDA. Penelitian akan

membandingkan seberapa efektif penggunaan pemrograman secara paralel dengan GPU CUDA dibandingkan dengan penggunaan pemrograman secara serial dengan menggunakan CPU.

B. Rumusan Masalah

1. Seperti apa eksplorasi penyelesaian PDP orde keempat secara implisit dengan pengabungan metode beda hingga dan spektral dalam permasalahan *inpainting* citra digital pada pemrograman secara paralel di GPU?
2. Berapakah *latency* dan besarnya *throughput* yang akan terjadi pada proses *inpainting* citra digital pada pemrograman secara paralel di GPU apabila dibandingkan dengan program biasa pada CPU?

C. Tujuan Penelitian

1. Melakukan eksploitasi *inpainting* citra digital dengan PDP orde keempat dengan pemrograman secara paralel.
2. Membandingkan percepatan proses antara pemrosesan algoritma pada CPU dengan GPU CUDA.

D. Batasan Masalah

1. Penelitian ini merupakan pengembangan lebih lanjut dari karya disertasi dari Schoenlieb. Hasil dari penelitian tersebut berupa model matematika dan metode numerik, akan digunakan sebagai dasar dari pembuatan penelitian ini.
2. Citra yang digunakan menggunakan citra abu-abu.

E. Sistematika Penulisan

Laporan ini disusun secara sistematis berdasarkan tata tulis laporan yang telah ditetapkan oleh Jurusan Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta dengan urutan penyajian sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bagian ini berisi latar belakang, rumusan masalah, keaslian penelitian, tujuan penelitian, dan metodologi penelitian yang akan dipergunakan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi mengenai beberapa teori dan tinjauan pustaka yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini berisi tentang uraian terinci mengenai bahan atau materi penelitian, alat dan langkah-langkah penelitian.

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil penelitian memuat uraian secara jelas dan tepat mengenai penelitian ini. Pembahasan berisi tentang analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh, dan analisis hasil dan kesulitan-kesulitan serta cara pemecahannya ditinjau secara utuh baik secara kualitatif, kuantitatif maupun normatif.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian paling akhir dari laporan tesis ini berisi kesimpulan dari penelitian dan saran untuk perkembangan penelitian berikutnya.